

①⑨ **RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① **N° de publication :** **2 584 497**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

②① **N° d'enregistrement national :** **85 10277**

⑤① **Int Cl⁴ :** G 01 N 21/84, 21/47; B 60 R 27/00; G 01 W 1/02.

①② **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②② **Date de dépôt :** 4 juillet 1985.

③⑦ **Priorité :**

④③ **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 2 du 9 janvier 1987.

⑥⑦ **Références à d'autres documents nationaux apparues :**

⑦① **Demandeur(s) :** SOCIETE JAEGER. — FR.

⑦② **Inventeur(s) :** Jean Jacques Bezard.

⑦③ **Titulaire(s) :**

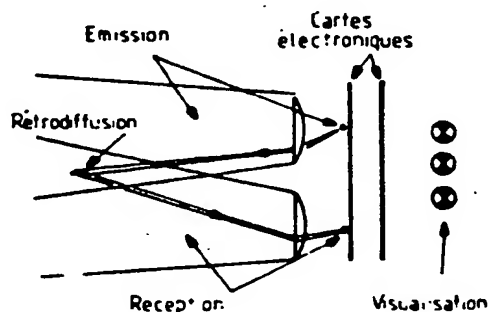
⑦④ **Mandataire(s) :** Cabinet Regimbeau.

⑤④ **Procédé et dispositif pour la détection du brouillard et son application à l'aide à la conduite d'un véhicule.**

⑤⑦ Une émission de lumière infra-rouge est rétro-diffusée par le brouillard. La partie rétrodiffusée est captée puis analysée, ce qui permet de déduire la visibilité. En fonction des caractéristiques propres de la voiture, cela permet de calculer une vitesse conseillée fonction de la visibilité. Cette vitesse conseillée est comparée à la vitesse réelle du véhicule, ce qui permet d'indiquer au conducteur le risque qu'il prend par rapport à la visibilité permise par le brouillard.

Le système comprend :

- une optique d'émission
- une optique de réception
- une électronique de traitement
- une signalisation au conducteur par voyants. Les essais seront faits avec l'appareil monté derrière le pare-brise sur la planche de bord.



FR 2 584 497 - A1

L'invention concerne les problèmes liés à l'existence d'un brouillard réduisant la visibilité d'un conducteur.

5 Un but de l'invention est de sensibiliser le conducteur au danger du brouillard, de lui évaluer et de lui rappeler le risque qu'il prend, ainsi que de lui indiquer la proximité de nappes, essentiellement de nuit, et si les performances vérifiées du dispositif le permettent.

10 En matière d'aide à la conduite dans le brouillard, on peut envisager deux grands types de dispositifs, correspondant à deux philosophies différentes :

- sécurité passive : Il s'agit simplement de
15 limiter la vitesse du véhicule à une valeur permettant l'évitement des obstacles masqués par le brouillard, compte-tenu de la visibilité du moment, des capacités de freinage du véhicule et d'adhérence de la chaussée, et éventuellement de données spécifiques au conducteur.
20

- sécurité active : En sus ou en lieu et place du dispositif précédent, il s'agit de détecter et de localiser les obstacles fixes ou mobiles situés
25 sur la trajectoire prévue du véhicule et de les signaler au conducteur, par exemple sous la forme d'une consigne de vitesse permettant d'arriver au contact visuel sans risque de collision, l'évitement proprement dit étant entièrement à la charge du conducteur.

30 On peut remarquer que, quel que soit le mode d'utilisation des informations recueillies sur

des obstacles masqués par le brouillard, ces dernières sont une opportunité, plus ou moins fiable, pour le conducteur, de dépasser la vitesse limite définie par la visibilité optique.

5 Il ne paraît donc pas raisonnable, dans le contexte actuel, d'envisager la diffusion auprès de l'utilisateur moyen, l'utilisation d'un tel dispositif devant a priori être réservée aux véhicules institutionnels : pompiers, ambulances,
10 police, etc.

Selon une particularité fondamentale de l'invention, on mesure la densité du brouillard.

Mesure de la densité du brouillard

15 La visibilité est physiquement définie comme la distance à laquelle un objet, de contraste initial élevé sur le fond (1 par exemple, c'est-à-dire noir sur fond blanc), n'est plus perceptible à l'oeil, par hypothèse non sensible aux contrastes $< 1 \%$.

20 Cette notion présente l'avantage d'être quantifiable et donc mesurable. Elle est aussi expérimentalement à peu près équivalente à la distance de perception d'un objet noir (par exemple un arbre) se détachant sur un fond de ciel. Elle n'est par
25 contre pas directement transposable à la circulation automobile, pour diverses raisons.

- La distance de visibilité, à contraste donné, dépend en partie des dimensions angulaires de l'obstacle,

30 - le contraste initial est variable avec aux extrémités d'un côté les phares ou les feux rouges de brouillard et de l'autre, un véhicule de

couleur claire tous feux éteints. On devra considérer que ce dernier cas est dimensionnant, car il correspond à une distance d'acquisition nettement inférieure à la visibilité optique équivalente.

5 La visibilité optique est déterminée par le coefficient d'atténuation atmosphérique, exprimé en m^{-1} ou en dB/m ou dB/km.

10 Ce coefficient est caractéristique de chaque type d'aérosol responsable de l'atténuation et varie proportionnellement à sa concentration. L'énergie lumineuse non transmise est répartie, dans des proportions caractéristiques de chaque
15 aérosol, en énergie absorbée, et, essentiellement, en énergie diffusée, qui varie donc proportionnellement avec le coefficient d'atténuation.

20 L'énergie lumineuse diffusée, qui est la seule pratique à mesurer depuis un véhicule, est donc caractéristique de la visibilité optique équivalente, pour un type d'aérosol déterminé. Dans le cas des brouillards denses, ou les particules d'eau en sus-
25 sension sont de grandes dimensions, la relation entre la diffusion et l'atténuation est connue et pratiquement constante.

30 Selon un aspect de l'invention, on illumine en lumière visible le brouillard et on mesure le niveau de signal correspondant à la lumière diffusée ou rétrodiffusée.

35 On utilise par exemple un dispositif de mise en oeuvre qui comprend une diode électro-luminescente et une photodiode de réception, associées à une élec-
40 tronique de traitement.

45 Selon un autre aspect de l'invention, on utilise une lumière infra-rouge.

5 Sous certaines hypothèses, un signal lumineux
modulé à une fréquence fixe induit un signal lumineux
rétrodiffusé de même fréquence, déphasé d'une valeur
caractéristique de la densité de brouillard, indépen-
10 damment de son niveau. Les puissances et les fréquences
d'émission et de réception nécessaires, sont compatibles
avec des diodes laser dans le proche infra-rouge, cette
dernière bande spectrale étant plus favorable pour le
bilan de puissance, tout en restant très représenta-
tive du visible en termes d'absorption et de diffusion.

Cas de la nappe de brouillard en surdensité locale

15 Il semble que les accidents dus au brouillard
se divisent en deux catégories :

- la vitesse excessive compte tenu de la
visibilité et son corollaire, les intervalles entre
véhicules trop courts, qui favorisent les collisions
en chaîne,
- 20 - les surdensités brusques qui induisent des
freinages importants et inopinés générateurs d'acci-
dents et/ou de collision en chaîne.

On constate simplement que la prévention
du premier type d'accidents nécessite le respect simul-
tané de deux conditions :

- 25 1) une vitesse compatible avec la visibilité,
2) un intervalle entre véhicules compatible
avec la vitesse.

De préférence selon l'invention, on mesure
à la fois la densité de brume et la distance du
véhicule précédent.

30 Dans le deuxième type d'accident, la surden-
sité implique un ralentissement suffisant pour que
la vitesse du véhicule au droit de la "discontinuité"

soit compatible avec la visibilité dans la surdensité.
En l'absence d'information précise sur les valeurs
à prendre en compte, un majorant consiste à considérer
le front de surdensité comme un obstacle fixe, à détec-
ter en tant que tel.

5
On utilise une chaîne fonctionnelle de type
détection d'obstacles, capable de discriminer les
échos reçus en terme de distance. Dans le cas extrême
(très forte surdensité) les détecteurs d'obstacles du
10 type télémètre onde continue sont avantageux pour
extraire un front raide dans un milieu de densité
uniforme.

Cette solution séduisante, en sécurité active,
résoud tous les problèmes détection précoce de la
15 surdensité, adaptation du profil de vitesse en fonction
de la visibilité future et non locale, début du frein-
nage en zone de visibilité pour les véhicules situés
derrière.

Ces considérations montrent bien que si le
20 danger effectif est devant le véhicule, l'élément
toujours aggravant et souvent déclenchant, se situe
derrière, les véhicules ne recevant pas d'alerte
précoce facilement exploitable de la part des véhicules
qui les précèdent. Un élément de réponse au problème
25 pourrait donc être, au moins dans un premier temps,
l'information des véhicules suiveurs de la visibilité
mauvaise rencontrée par le véhicule qui les précède.
Il suffit en effet d'un détecteur de visibilité locale
installé sur le véhicule pour :

- 30
- d'une part inciter le conducteur à un
ralentissement énergétique,
 - d'autre part, déclencher une sursigna-

lisation indiquant instantanément et donc de façon très perceptible pour le suiveur que le véhicule est en train de rencontrer des conditions difficiles et s'apprête à ralentir.

5 La sursignalisation pourrait être un flash rouge, déclenché à partir d'un certain niveau de brouillard et maintenu pendant toute la traversée de la nappe : ce type de dispositif est peu onéreux et, fonctionnant en trajet optique direct, a des portées
10 efficaces de perception sensiblement supérieures à la visibilité optique, performance actuellement inconcevable pour les dispositifs utilisant la rétro-diffusion.

15 Un procédé et un dispositif selon l'invention présentent notamment une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

 - on émet à partir du véhicule un faisceau lumineux dans le domaine visible ou non et on recueille à partir du véhicule une fraction de la lumière diffusée
20 par le brouillard, on compare l'amplitude de la lumière diffusée recueillie à celle de la lumière émise pour obtenir une valeur de rapport qui est caractéristique de la densité du brouillard.

 - la lumière émise résulte de la transformation d'un signal électrique et où la lumière reçue
25 est transformée en signal électrique.

 - on compare les intensités des signaux électriques en amplitude et/ou en phase pour obtenir la valeur du rapport.

30 - La lumière est une lumière infra-rouge.
 - on utilise une fréquence de signal dans la gamme 1 à 500 Mégahertz.

- on transforme le signal caractéristique de densité de brouillard en un signal de vitesse conseillé compte tenu de la voiture et on compare ce signal

5 à un signal de vitesse réelle pour déclencher une alarme éventuelle.

- on utilise le signal de densité de brouillard pour commander un feu de brouillard arrière,

- on met en oeuvre le procédé à bord d'un véhicule ou d'un poste fixe,

10 - on utilise un dispositif qui comprend un émetteur de lumière et un récepteur de lumière tous deux sur le véhicule, et une électronique associée délivrant un signal exploitable.

- le dispositif comprend un filtre optique associé au récepteur pour éliminer les longueurs d'onde
15 différentes de celle de la lumière émise.

L'invention sera décrite à l'aide des dessins ci-après dans lesquels :

- la figure 1 est relative à la détection de brouillard selon l'invention dans laquelle la réception
20 visibilité $Vis = distance de visibilité I_R \approx \frac{K}{Vis}$, la maintenance au-dessus d'un certain seuil pour I_{RM} et dans le cas où une voiture venant en face avec le système quand I_R augmente le fait qu'on coupe un bref instant E si I_R devient nul : brouillard si I_R varie
25 très peu : émission parasite, l'intérêt que le faisceau soit légèrement vers le haut sont assurés,

- la figure 2 est relative à la détection de brouillard de la figure 1 vue de côté,

- la figure 3 est relative à un bloc de diagramme de l'électronique permettant la détermination
30 de la visibilité et de la vitesse conseillée dans le brouillard,

- la figure 4 est relative à la détection de brouillard avec éventuellement commande automatique des

-8-

feux arrières de brouillard avec clignotement si V est très faible ou véhicule à l'arrêt,

- la figure 5 est relative à la détection de brouillard dans le cas de l'utilisation d'une
5 optique de type Cassegrain,

- la figure 6 représente une vue avant AV de la figure 5,

- la figure 7 représente une vue arrière AR de la figure 5,

10 - la figure 8 représente une installation d'un détecteur de brouillard,

- la figure 9 représente un compteur de vitesse de visibilité et de vitesse conseillée dans le brouillard,

15 - la figure 10 représente une vue avant du véhicule,

- la figure 11 représente une vue arrière du véhicule,

- la figure 12 représente une coupe de la
20 figure 10 dans le cas d'une optique Cassegrain.

Description fonctionnelle du système

Première réalisation

25 La lumière émise est modulée en amplitude à une fréquence de quelques dizaines de KHz, et est émise par une LED classique.

Le faisceau est étroit avec une puissance de l'ordre du milliwatt. La lumière réfléchie est détectée par le photorécepteur et le signal électrique
30 est filtré à la fréquence d'émission.

La comparaison de l'amplitude de ce signal filtré par rapport au signal émis est caractéristique de la densité de brouillard et donc de la visibilité.

Ce système peut nécessiter selon son emplacement un étalonnage après installation.

5 Il peut être équipé d'un détecteur de salis-
sure des dioptries. La zone de mesure est limitée à
quelques mètres en avant de la voiture. Un système de
décodage permet d'éliminer les émissions venant des
autres voitures.

Deuxième réalisation (à modulation de phase)

10 Ce système a l'avantage d'être polyvalent
et de pouvoir faire de la détection d'obstacle objet
d'une proposition sur le thème C "Evitement d'obsta-
cles". La lumière émise est modulée en amplitude par
onde sinusoïdale de l'ordre de 20 MHz. La lumière est
monochromatique dans le proche infrarouge. Son faisceau
est étroit (1 degré).

15 Les particules d'eau formant le brouillard
réfléchissent cette lumière sous forme diffuse et une
partie est renvoyée vers l'émetteur et captée par un
récepteur composé d'un détecteur et d'une optique de
type Cassegrain. Du signal reçu, on extrait la partie
20 à 20 MHz qui se trouve mélangée avec la lumière natu-
rellement réémise par le brouillard. La forme de l'onde
de 20 MHz reçue caractérise le brouillard de par sa
phase, et/ou son amplitude. Un phénomène analogue se
produit en cas de pluie ou de neige, et peut donc
25 être exploité par le dispositif.

30 Les échos dus à d'autres véhicules ou à
des panneaux fixes sont décodés et éliminés ainsi
que les émissions identiques des autres véhicules
venant en face. L'analyse de ces éléments par une
électronique appropriée, permet de calculer la den-
sité de brouillard donc la visibilité, ainsi que de
détecter l'approche d'une nappe de brouillard (dans

certain cas, à confirmer).

Description ergonomique

5 A partir de l'information visibilité et de l'information vitesse, il est possible d'indiquer au conducteur, en fonction des caractéristiques nominales de la voiture, s'il roule trop vite par rapport à la visibilité.

Dialogue par voyant et buzzer

trois voyants s'allument dans les conditions suivantes:

- 10 - vert $V < \text{Vitesse conseillée}$,
- orange $\text{Vitesse conseillée} < V < \text{Vitesse conseillée} + 10 \text{ km/h}$
- rouge $V > \text{Vitesse conseillée} + 10 \text{ km/h}$

avec le voyant rouge le buzzer se met en route.

15 En l'absence de brouillard, aucun voyant n'est allumé. Un quatrième voyant de maintenance indique si le système doit être nettoyé.

20 Un perfectionnement du système précédent consiste en complément à indiquer par vignette LCD la vitesse conseillée et la distance de visibilité en clair.

Dialogue sur le compteur de vitesse

25 Ce système consiste à adjoindre sur le compteur de vitesse des diodes électro-luminescentes de 10 en 10 km/h et de faire indiquer à l'une d'elles la vitesse conseillée, quand il y a du brouillard. La comparaison avec l'aiguille permet d'apprécier la marge de sécurité. Le buzzer se met en action pour $V > V \text{ conseillée} + 10 \text{ km/h}$. Ce dispositif pourrait également être utilisé à d'autres fins de vitesse
30 conseillée fonction de la fluidité du trafic par exemple, transmise par balise (cf. thème A : information routière).

Commande du feu arrière de brouillard

L'un des systèmes de dialogue avec le conducteur précédemment décrit peut être complété d'un système d'indication à l'arrière du véhicule, permettant aux
5 véhicules venant de l'arrière d'être mieux prévenus. Ce système commande les feux arrières antibrouillard et les fait clignoter.

Si $V < \text{Vitesse conseillée} - 20 \text{ km/h}$ ou lors d'une brusque opacification du brouillard.

10 La densité lumineuse de traumatisme rétinien pour $\lambda < 1,4 \text{ micromètre}$ est habituellement fixée à $0,1 \text{ W/cm}^2$. Nous envisageons un émetteur de puissance $P_e < 20 \text{ mW}$, surface de la pupille d'émission $> 5 \text{ cm}^2$ soit 4 mW/cm^2 à distance zéro soit $1/25$ de la dose perma-
15 nente traumatisante.

Exemple à 10 m ouverture du faisceau d'ouverture 15 milliradians soit 1 degré : diamètre 150 mm section du faisceau 176 cm^2 . Soit $P/S = 0,11 \text{ mW/cm}^2$, soit 0,001 de la dose maxi.

20 Afin de limiter encore davantage le risque d'exposition permanente, le système pourrait être stoppé à vitesse faible ; et/ou fonctionner à puissance réduite en cas d'écho proche, ou encore utiliser une optique d'émission plus encombrante ($> 50 \text{ cm}^2$)
25 supprimant le risque.

Nota : la puissance émise par le dispositif de la première réalisation ne devrait pas dépasser un milliwatt.

30 Description sommaire des principes et des spécifications

La spécification de base est, naturellement, de détecter l'obstacle, mais surtout de fournir au

conducteur des indications de vitesse conseillée lui permettant l'acquisition visuelle de celui-ci en sécurité, de façon à procéder manuellement à son évitement.

5 Cette phase critique d'"approche en sécurité" implique la bonne connaissance des paramètres de l'obstacle et du véhicule : vitesses propres, distance relative, ou, de façon dégradée, le couple "incertain" distance-vitesse de rapprochement, sous
10 réserve qu'il ne remette pas en cause la sécurité de l'approche, en particulier en présence d'échos multiples.

 Compte-tenu des spécifications demandées d'une façon générale aux détecteurs d'obstacles, on peut distinguer deux grands cas :

15 - l'obstacle est mobile, à distance et vitesse de rapprochement faible. Le terme distance est prépondérant sur le terme vitesse de rapprochement.
 - l'obstacle est à très faible vitesse propre et grande distance. Le terme important est la
20 vitesse de rapprochement élevée, nécessitant une détection précoce.

 On en déduit immédiatement les qualités nécessaires au dispositif :

25 - à faible distance, l'information Doppler est quantitativement de faible intérêt, et d'ailleurs difficilement disponible au voisinage du battement zéro. Par contre, la télémétrie doit être bonne.

30 - à grande distance, la télémétrie précise est moins importante, comparée à l'information qualitative d'"obstacle arrêté".

 La difficulté essentielle étant alors de ne pas confondre l'obstacle avec le paysage (ou pire dans le paysage).

-13-

Les qualités en résumé sont : bonne télémétrie, Doppler facultatif si la télémétrie est dérivable, bonne directivité, élimination des échos de sol. Les deux réalisations correspondent à des technologies sophistiquées et des coûts de composants et de systèmes élevés :

- le FMCW utilise des sources du type GUNN-varactor à très haute linéarité,

- le pulsé utilise des magnétrons à durée d'impulsions courte et haute fréquence de répétition.

Les dessins joints illustrent schématiquement l'invention et font apparaître des particularités qui font partie de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour détecter un brouillard susceptible de gêner la conduite d'un véhicule, caractérisé en ce que l'on émet depuis le véhicule à partir d'un signal électrique, un faisceau lumineux, dans le
5 domaine visible ou non, et on recueille à partir du véhicule une fraction de la lumière diffusée par le brouillard, on transforme la lumière reçue en un signal électrique et on compare les signaux correspondant à la lumière diffusée à ceux correspondant à la lumière
10 émise pour obtenir une valeur de rapport qui est caractéristique de la densité de brouillard.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal électrique à partir duquel le faisceau lumineux est émis permet une modulation
15 en amplitude de la lumière émise à une fréquence déterminée.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on compare les intensités des signaux électriques en amplitude et/ou en phase pour
20 obtenir la valeur du rapport.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, où la lumière est une lumière infra-rouge.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, où l'on utilise une fréquence de signal
25 dans la gamme de 1 à 500 MHz.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel on transforme le signal caractéristique de densité de brouillard en un signal de
vitesse conseillée, compte tenu de la voiture et on
30 compare ce signal à un signal de vitesse réelle pour déclencher une alarme éventuelle.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel on utilise le signal de densité de brouillard pour commander un feu de brouillard
35 arrière.

8. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5 - des moyens émetteurs de lumière (1,10,100) et des moyens récepteurs de lumière (2,20,200), tous deux montés sur le véhicule,
- 10 - des moyens de modulation (101) en amplitude associés auxdits moyens émetteurs (100) pour émettre un faisceau lumineux modulé, lesdits moyens récepteurs (200) comprenant en outre une électronique associée (201,202) permettant d'extraire la forme d'onde de modulation dont la phase et/ou l'amplitude est caractéristique de la visibilité.

15 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte un filtre optique(4) associé au récepteur pour éliminer les longueurs d'ondes différentes de celles de la lumière émise.

20 10. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que l'émetteur est constitué par une diode électroluminescente (1).

25 11. Dispositif selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que le récepteur est constitué par une optique de type Cassegrain et d'un détecteur (2).

30 12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que le détecteur est constitué par une photodiode de détection (2).

 13. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que la diode électroluminescente (1) émet une lumière monochromatique dans le proche infra-rouge.

 14. Dispositif selon l'une des revendications 10 ou 13, caractérisé en ce que le faisceau de lumière émis est étroit.

19. Application d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 7 ou d'un dispositif selon l'une des revendications 8 à 18 pour l'aide à la conduite d'un véhicule.

-17-

20. Application dans laquelle le véhicule est
remplacé par un poste fixe destiné à l'aide à la
conduite des véhicules.

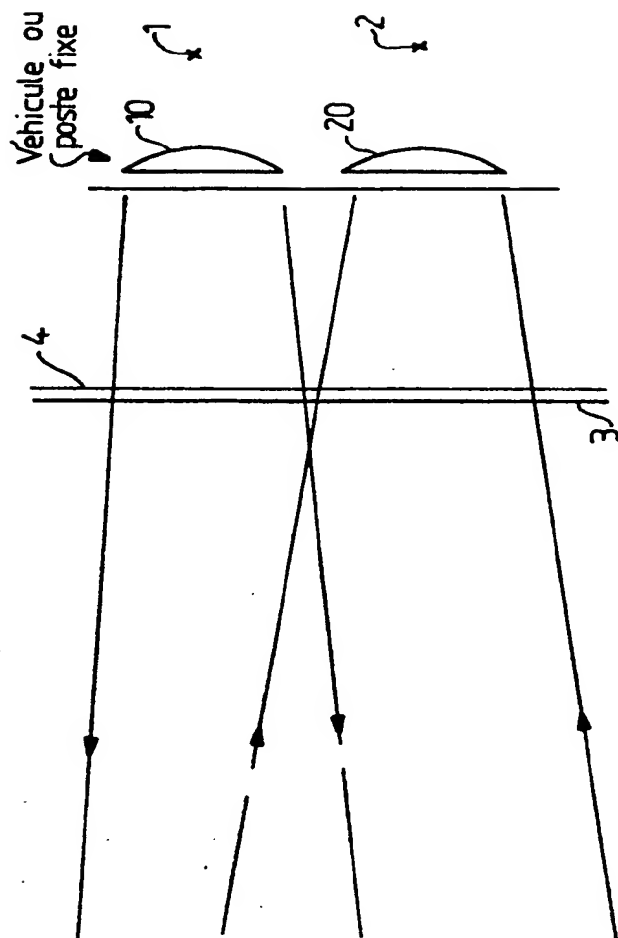
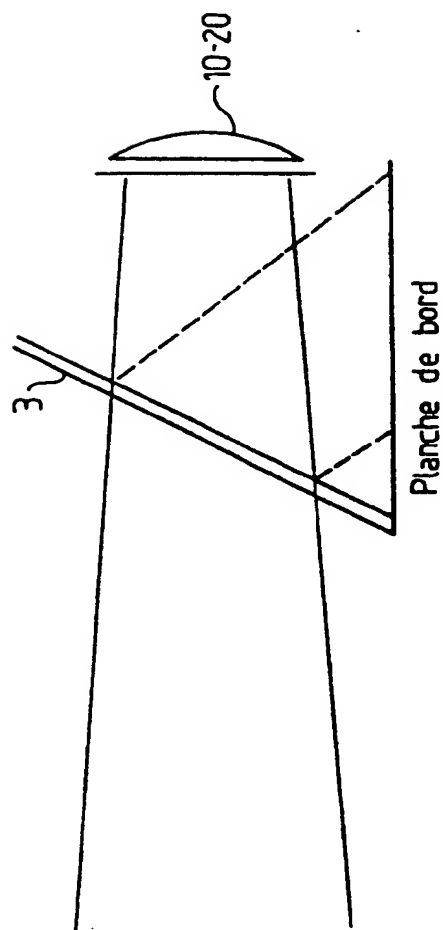
FIG-1FIG-2

FIG-3

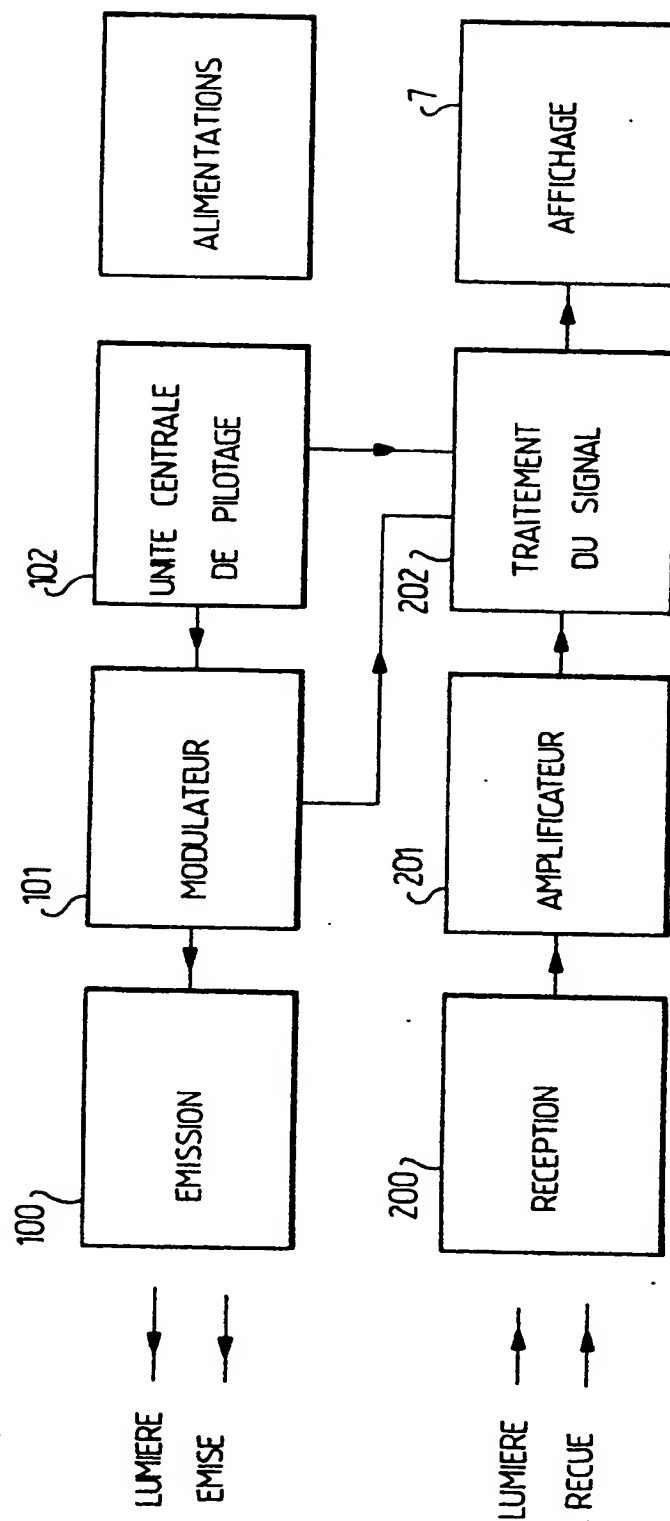
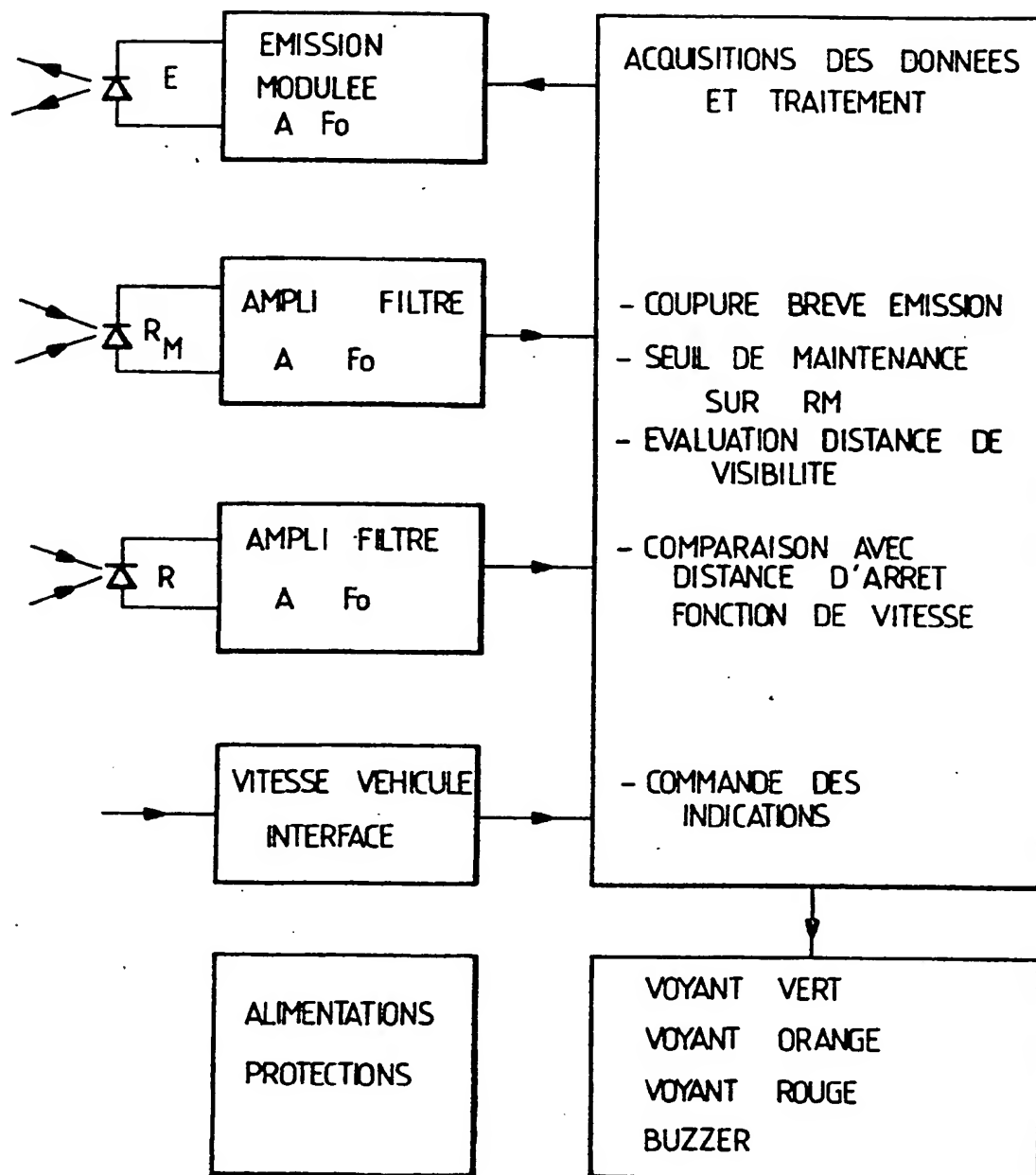


FIG - 4

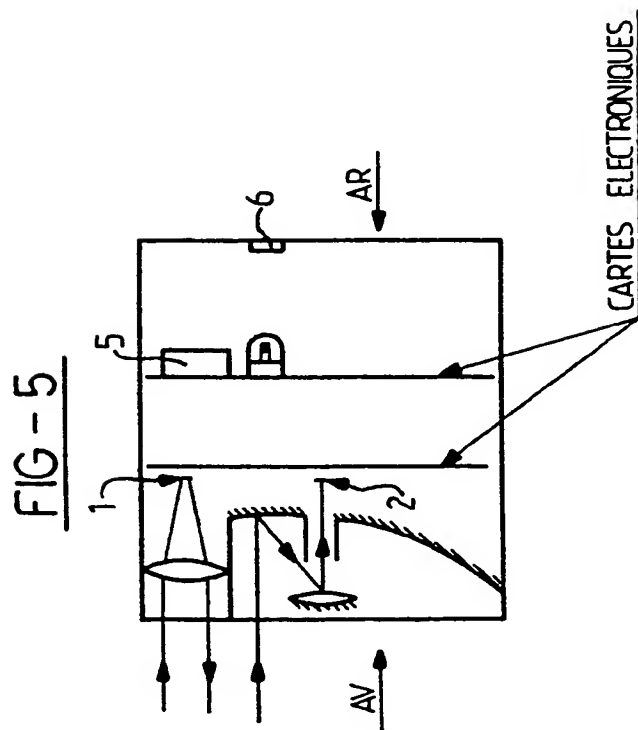
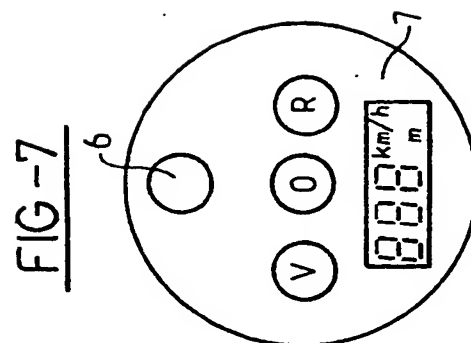
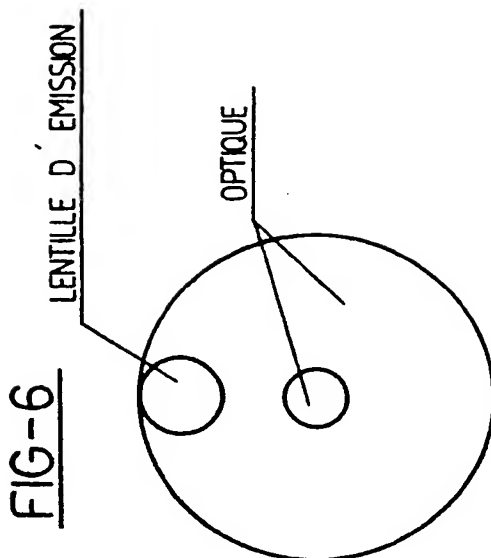
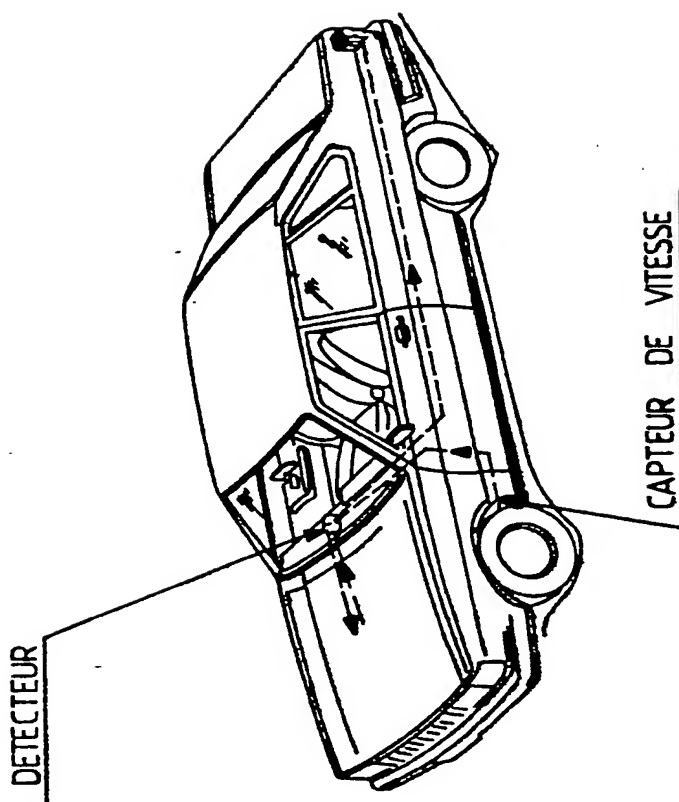
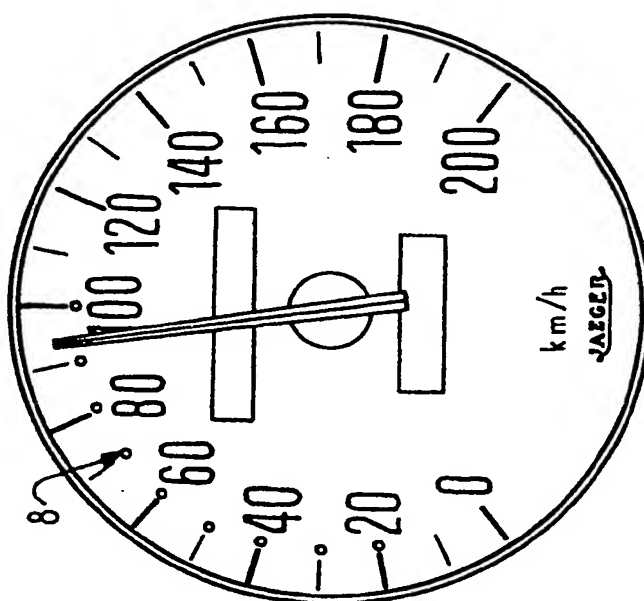


FIG-8

6/7

FIG-9

7/7

FIG-12

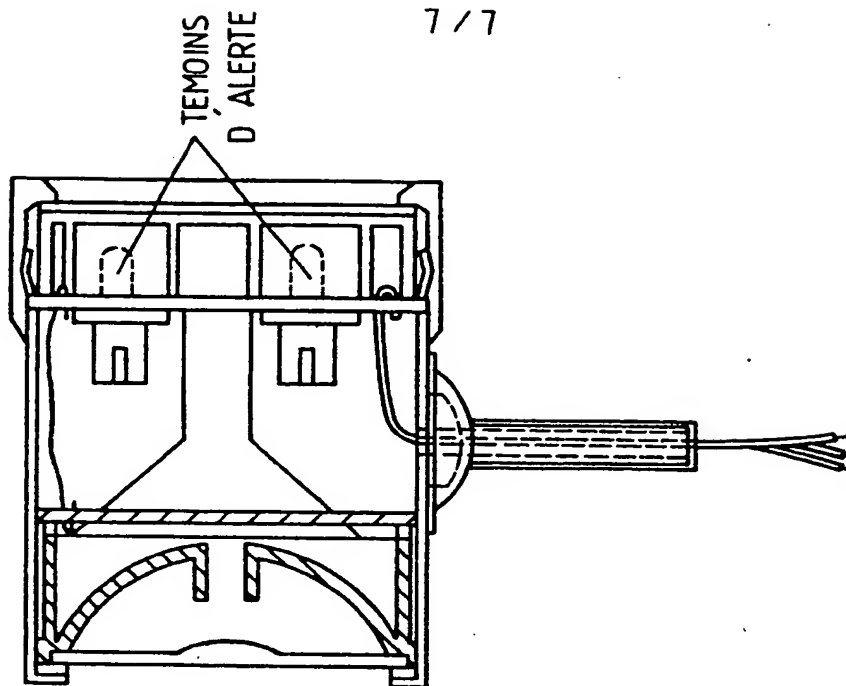


FIG-10

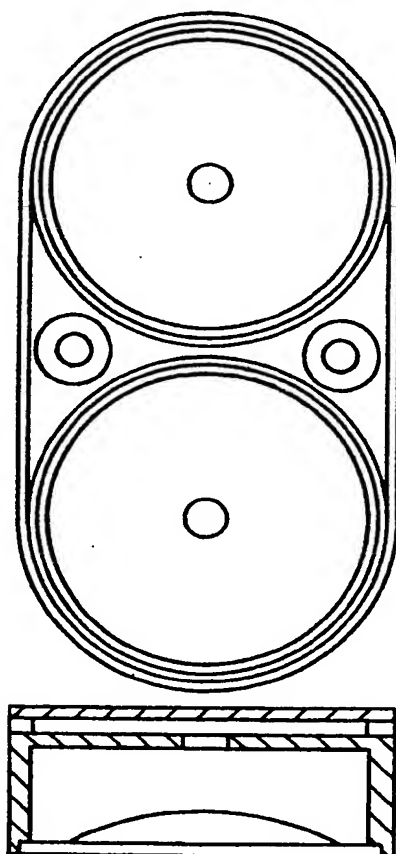
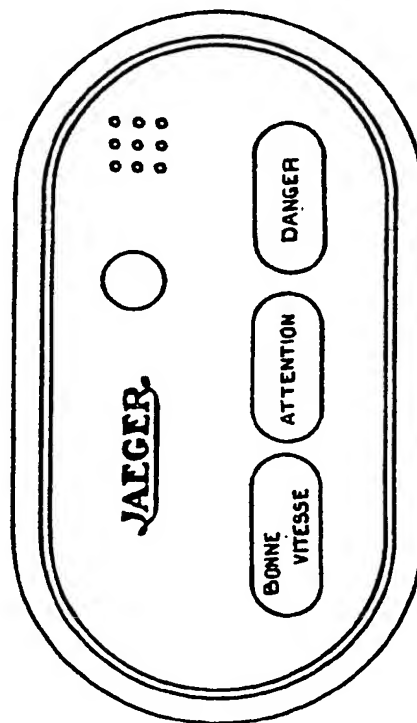


FIG-11



THIS PAGE BLANK (USPTO)